

Fyzika v přírodě

Pavel Rafaj

ZŠ Pelhřimov, Krásovy domky 989, 393 01 Pelhřimov, rafaj@krasovy-domky.cz

Základní údaje o výukovém modulu

Témata výukového modulu:

- vyhledávání a zpracování informací z WWW stránek
- ovládání GPS Navigace Garmin Dakota 20
- vyhledávání trasových bodů
- měření dráhy, času, průměrné rychlosti
- měření tlaku a nadmořské výšky
- orientace v přírodě pomocí kompasu
- orientace v přírodě podle mapy
- objemový tok pramene – vodního zdroje
- atmosférická vztlaková síla – aerostatický horkovzdušný balón
- těžiště a rovnovážná poloha soustavy těles
- určování obsahu území v přírodě
- atmosférická tlaková síla

Cíle výukového modulu:

- osvojení dovedností v ovládání GPS navigace
- praktická aplikace fyzikálních poznatků v přírodě
- využití přírodnin k fyzikálnímu experimentování v přírodě
- možnosti měření fyzikálních veličin v přírodě

Zapojené obory:

- informační a komunikační technologie
- fyzika
- zeměpis
- tělesná výchova

Věkové určení:

- žáci 9. ročníku základní školy

Požadované znalosti a dovednosti žáků:

- obsluha GPS navigace
- pohyby těles, fyzikální veličiny dráha, rychlost, čas
- atmosférický tlak, tlaková síla
- změny atmosférického tlaku v závislosti na nadmořské výšce
- těžiště tělesa, páka, rovnováha na páce
- Archimédův zákon pro kapaliny a plyny

Míra kooperace žáků:

- dvou až tříčlenné skupiny

Místo realizace modulu:

- příroda – louka, les, polní a lesní cesty
- členitý terén

Min. čas potřebný na realizaci

- blok 6 vyučovacích hodin: plnění úkolů v přírodě
- blok 2 vyučovacích hodin: zpracování dat v učebně
- 1 vyučovací hodina: prezentace výstupů výukového modulu

Požadované vybavení:

- sportovní oděv
- poznámkový blok, pracovní listy, psací potřeby
- GPS navigace
- provázek (5 m), metr (pásmo), nůžky, mikrotenový vak, svíčka, vázací drátek (1 m)

Stručný popis výukového modulu:

Žáci se seznámí s principem fungování družicového systému GPS (**Global Positioning System**). Při vlastní realizaci výukového modulu budou žáci rozděleni do tříčlenných skupin - fyzikálních hlídek, které projdou zvolenou trasu. Pro tento výukový modul byla zvolena trasa Pelhřimov – Vlásenice – Hejlov – Nohavičky – Pelhřimov. První část trasy absolvují žáci vlakem. Ve vlaku zahájí měření dat. Po vystoupení z vlaku v obci Vlásenice se budou pohybovat pěšky po polních a lesních cestách. S využitím navigačního přístroje budou žáci vyhledávat trasové body v terénu. Každý trasový bod je zároveň stanovištěm, na kterém musí hlídka splnit určené úkoly. Naměřená data a výsledky pozorování zaznamenává skupina do připraveného záznamového archu. Nashromážděná data z fyzikálních měření následně každá skupina zpracuje v učebně. Výsledky fyzikálních měření a bádání zapíše žáci do připravených pracovních listů. Zpracování dat je vhodné plánovat na jiný den – po skončení terénního cvičení lze očekávat únavu žáků.

Něco z teorie

Co to je GPS

Global Positioning System, zkráceně GPS, je [vojenský globální družicový polohový systém](#) provozovaný [Ministerstvem obrany Spojených států amerických](#), s jehož pomocí je možno určit [polohu](#) a přesný čas kdekoliv na [Zemi](#) nebo nad Zemí s přesností do deseti metrů. Přesnost GPS lze s použitím dalších metod ještě zvýšit až na jednotky centimetrů. Část služeb tohoto systému s omezenou přesností je volně k dispozici i civilním uživatelům.

Uživatelé pomocí GPS přijímače přijímají signály z jednotlivých družic, které jsou v danou chvíli nad obzorem. Na základě přijatých dat (časových značek z jednotlivých družic a znalosti jejich polohy) a předem definovaných parametrů přijímač vypočítá polohu antény, nadmořskou výšku a zobrazí přesné datum a čas. Komunikace probíhá pouze od družic k uživateli, GPS přijímač je tedy pasivní.

Princip funkce GPS

Geometrické znázornění hledání polohy pomocí těžiště v průniku tří kružnic.

Zjednodušeně lze družicové polohové systémy popsat jako družicový rádiový dálkoměrný systém:

Dálkoměrný systém je takový, kdy se poloha nějakého objektu určuje ze vzdáleností od bodů se známou polohou. Např. v krajině můžeme určit svoji polohu pomocí mapy a dalekohledu, který umí změřit vzdálenost od pozorovaného objektu. Dalekohledem změříme vzdálenost ke dvěma význačným objektům, které jsou zároveň na mapě, a kružítkem nakreslíme na mapě kolem každého objektu kružnici o změřeném poloměru. Naše poloha je v jednom z průsečíků obou kružnic (existují dvě řešení).

Rádiový systém pro měření určitého parametru využívá rádiových vln. „Rádiový dálkoměrný“ systém k měření vzdálenosti využívá rádiových vln takto: Do bodu se známou polohou je umístěn vysílač, který vysílá rádiové vlny s časovými značkami. V bodě, jehož poloha se měří, umístíme přijímač, který porovnává časové značky se svými „hodinami“. Tím je možno změřit zpoždění, tj. jak dlouho trvalo rádiové vlně, než k přijímači dorazila. Protože se rádiové vlny pohybují známou rychlostí, stačí pro výpočet požadované vzdálenosti vynásobit změřené zpoždění touto rychlostí.

Družicový je systém označován proto, že body se známou polohou jsou družice obíhající Zemi. Proto musí být v jejich vysílání nejen časové značky, ale i parametry dráhy dané družice, z nichž lze polohu při odeslání zprávy vypočítat.

Přípravná fáze výukového modulu

a) ovládání navigačního přístroje Garmin Dakota 210 - teorie

- ovládání přístroje pomocí dotykového displeje
- funkce přístroje
- zadávání a vyhledávání trasových bodů
- orientace v terénu pomocí funkce „mapa“
- orientace v terénu pomocí funkce „kompas“
- měření a odečet fyzikálních veličin: doba chůze, doba zastávek, vzdálenost, průměrná rychlost, nadmořská výška, okolní tlak, obsah plochy
- graf nadmořské výšky

b) ovládání navigačního přístroje Garmin Dakota 210 - terénní cvičení

- hledání trasových bodů
- rychlost dráha, čas
- Výměra plochy
- Měření tlaku a nadmořské výšky

c) Pracovní list číslo 0

1

Vyber si místo v okolí školy a ulož ho do přístroje GPS jako trasový bod. Vyber si na mapě místo svého trvalého bydliště a ulož ho do přístroje GPS jako trasový bod.

2

Změř pomocí GPS – navigace plochu středového kruhu fotbalového hřiště

Změř pomocí GPS – navigace plochu velkého pokutového území před brankou

Záznam měření:.....

3

Urči pomocí GPS – navigace nadmořskou výšku místa, na kterém stojíš

Záznam měření:

4

Urči pomocí GPS – navigace okolní atmosférický tlak

Záznam měření:

5

Pomocí GPS navigace odhadni objem budovy školy.

Záznam měření:

Realizační fáze výukového modulu

Úkol 1: Měření dráhy, času, určení průměrné rychlosti pohybu

Na každém stanovišti zaznamenávají žáci naměřené hodnoty dráhy, doby pohybu, doby zastávek. Z těchto údajů jsou potom schopni určit svou průměrnou rychlost pohybu v jednotlivých úsecích a průměrnou rychlost pohybu na celé trase. Na základě zjištěných údajů žáci narýsují graf závislosti dráhy na čase. Viz pracovní list číslo 2.

Úkol 2: Měření nadmořské výšky a atmosférického tlaku

Na každém stanovišti zaznamenávají žáci naměřené hodnoty nadmořské výšky a atmosférického tlaku. Z těchto údajů jsou potom schopni zakreslit profil trasy a odvodit závislost změn atmosférického tlaku na nadmořské výšce. V úseku s velkým rozdílem nadmořských výšek mohou žáci vypočítat, jakou práci vykonali při výstupu. Tímto úsekem je výstup od potoka Hejlovka na nejvyšší bod trasy – vrch Hejlov. Viz pracovní list číslo 3.

Úkol 3: Průtok potoka – objemový tok vody

Úkolem žáků bude za využití jednoduchých pomůcek změřit množství vody, které protече korytem potoka Hejlovka za jednu sekundu. Pro měření bylo vybráno ideální místo – lávka přes potok. Měření bude mít dvě části: a) měření hloubky potoka na několika místech pomyslného svislého řezu pod lávkou, b) měření rychlosti proudu v potoce. Z naměřených dat potom žáci vypočítají obsah příčného řezu potoka a jeho aktuální objemový tok (průtok). Viz pracovní list číslo 4.

Úkol 4: Těžiště soustavy těles v praxi – experiment v přírodě

Umělecký směr land-art využívá přírodní prostředí a přírodní materiály. Technicky zaměřeni umělci mohou v terénu vytvářet vyvážená tělesa – stojící nebo zavěšená (vzory vidí žáci na fotografiích – viz příloha číslo 1). Žáci mají za úkol vyrobit z přírodnin objekt využívající základní principy statiky – tj. soustava těles musí být zavěšena nad svým těžištěm nebo podepřeno pod svým těžištěm. Tím bude dosaženo rovnovážné polohy celé soustavy

Se skupinami se dohodneme, jaké zásahy do prostředí jsou povoleny! (Např. je-li povoleno řezat větve, dolovat kameny, atd.). Žáci dostanou vybavení a přesunou se do určeného prostoru. Prohlédnou si prostředí, aby zjistili, co mají k dispozici.

Mezi sebou se domluví, jaký typ tělesa budou stavět a načrtnou jeho návrh – s ním přijde vedoucí skupiny za učitelem (pro posouzení možnosti realizace). Sestaví těleso s

použitím přírodních materiálů, provazů a drátů. Fotograficky zdokumentují svůj výtvar. Pokud je to nutné, uvedou prostředí do původního stavu. Viz pracovní list číslo 5.

Úkol 5: Horkovzdušný balón

Tato aktivita směřuje k ověření platnosti Archimédova zákona ve vzduchu. Realizace je podmíněna vhodnými podmínkami. Ideální je chladnější počasí a bezvětří. Vypuštění je nutno provádět na volném prostranství, v podzimním období je vhodné využít například rozlehlý rozoraný lán pole po sběru brambor. V případě silného větru nemá smysl z bezpečnostních důvodů experiment provádět. Vzhledem k tomu, že v přírodě je jedinou variantou ohřevu otevřený plamen, je nutno dbát maximální opatrnosti. Chceme-li mít jistotu, že vypuštěním balónu nezpůsobíme žádné škody, je dobré balón přivázat na tenký rybářský silonový vlasec.

K ohřevu vzduchu ve zhotoveném balónu je vhodné použít kostku pevného lihu, která je zavěšena na drátkách uprostřed spodního otvoru. Alternativně můžeme výrobu balónu nahradit zakoupením hotového balónu, tzv. „lampionu štěstí“. V tomto případě je zaručena funkčnost balónu. Další výhodou je úspora času. Viz pracovní list číslo 6.

Úkol 6: Určování plošné výměry pomocí GPS navigace

S využitím speciální funkce přístroje Garmin Dakota 20 lze změřit plošná výměru pozemku, území, rybníka, atd. Skupina žáků tuto funkci najde v základním menu ovládání přístroje pod názvem „Výpočet velikosti plochy“. Při měření stačí projít celý obvod plochy, jejíž velikost chceme určit. Následnou volbou možnosti „vypočítat“ přístroj ukáže celkovou hodnotu ve zvolených jednotkách – např. v metrech čtverečných.

Konkrétním úkolem žáků v tomto modulu je určit výměru rybníka Nohavička. Tento rybník byl zvolen záměrně z několika důvodů. Předně je poměrně malý, takže ho žáci obejdou asi za 5 minut. Podstatné je i to, že okolní terén umožňuje pohyb po břehu po celém obvodu rybníka – nejsou tam křoviny, rozmočená půda apod. Mezi výhody z pohledu učitele patří i to, že má po celou dobu o dětech přehled.

Před zahájením měření je vhodné žáky motivovat a zeptat se jich, jakou plošnou výměru podle jejich odhadu rybník má. Pravděpodobně zjistíme, že děti mají zkreslené představy a jejich odhady budou nízké. Potom přistoupíme k vlastnímu měření. Viz pracovní list číslo 7.

Doplňujícím úkolem může být i výpočet celkové tlakové síly na hladinu rybníka. Pokud známe plochu rybníka a aktuální atmosférický tlak v daném místě, můžeme určit, jakou celkovou silou působí atmosférický vzduch na hladinu.

Pracovní listy

Pracovní listy jsou určeny pro zpracování nasbíraných dat. Předpokládá se, že v průběhu skupinové práce s daty, žáci odhalí souvislosti a fyzikální principy všech modelových situací. Pracovní list číslo 0 je součástí přípravné fáze projektu – viz strany 3, 4. Další pracovní listy jsou připojeny v pořadí, které odpovídá časové posloupnosti realizace jednotlivých aktivit v terénu. Viz následující strany 6–10.

Měření dráhy, času, určení průměrné rychlosti pohybu

Pracovní list číslo 1

To nejdůležitější:

Rovnoměrný posuvný pohyb je pohyb, při němž se všechny body tělesa pohybují stále stejnou rychlostí. Grafem časového průběhu rychlosti je úsečka rovnoběžná s časovou osou. Graf závislosti dráhy na čase vyjadřuje přímou úměrnost (čím delší doba pohybu, tím větší dráha). Rovnoměrný otáčivý pohyb je pohyb, při němž se každý bod tělesa pohybuje po kružnici stále stejnou rychlostí. Nerovnoměrný pohyb je pohyb, který není rovnoměrný. K tomu stačí, aby rychlost některého bodu nebyla stále stejná. Nerovnoměrným pohybem je například zrychlený pohyb a zpomalený pohyb.

Cíl:

Pomocí přístroje GPS změřte a zapište dráhy a doby pohybu mezi jednotlivými trasovými body. Na základě naměřených údajů sestrojte graf závislosti dráhy na čase. Určete průměrné rychlosti pohybu v jednotlivých úsecích a průměrnou rychlost na celé trase.

Vybavení:

GPS-navigace, poznámkový blok

Návod:

Z hodnot v záznamovém archu urči vzdálenost a odpovídající dobu pohybu mezi jednotlivými trasovými body. Pomocí vzorce $v_p = s : t$ vypočti

Tabulka:

	úsek 1	úsek 2	úsek 3	úsek 4	úsek 5	úsek 6	úsek 7	úsek 8	úsek 9	celá trasa
s – dráha v m										
t – doba v s										
v_p – průměrná rychlost v m/s										
v_p – průměrná rychlost v km/h										

Graf:

Zvol vhodné měřítko a s využitím hodnot z tabulky sestroj na milimetrový papír graf závislosti dráhy na čase.

Doporučené měřítko grafu:

- svislá osa s : 1 mm odpovídá 100 m
- vodorovná osa t : 1 mm odpovídá 30 sekundám

Měření nadmořské výšky a atmosférického tlaku

Pracovní list číslo 2

To nejdůležitější:

Horní vrstva atmosféry Země působí v gravitačním poli Země tlakovou silou na spodní vrstvy atmosféry. Tím vzniká ve vzduchu tlak, který nazýváme **atmosférickým tlakem**. Atmosférický tlak značíme p_a . Základní jednotkou pro měření atmosférického tlaku je 1 Pa (pascal). Normální atmosférický tlak byl stanoven mezinárodní dohodou:

$p_a = 101\,325\text{ Pa}$. Vzduch v atmosféře je v neustálém pohybu, mění se jeho teplota, mění se jeho vlhkost. Proto se na témže místě atmosférický tlak během času mění.

Atmosférický tlak na daném místě zemského povrchu závisí také kromě jiného na nadmořské výšce tohoto místa. Pokud nadmořská výška roste, atmosférický tlak klesá a naopak.

Cíl:

Pomocí přístroje GPS změřte a zapište atmosférický tlak a nadmořskou výšku jednotlivých stanovišť. Nakreslete profil trasy a vyznačte do nákresu naměřené hodnoty atmosférického tlaku.

Vybavení: GPS-navigace, poznámkový blok

Tabulka:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vzdálenost od startu v km										
Atm. tlak v Pa										
Nadm. výška v m										

Nákres profilu trasy:

Objemový tok vody – průtok potoka

Pracovní list číslo 3

To nejdůležitější:

Voda teče a někdy jí může být až moc. V této práci se pokusíme jednoduchými pomůckami změřit množství vody, které proteče korytem potoka za jednu sekundu. K tomu je třeba změřit aktuální plochu profilu (obsah svislého řezu) potoka a aktuální rychlost toku. Když budeme znát, kolik metrů urazí voda v potoce za 1 sekundu (tzn. rychlost v m/s) a obsah řezu potoka, vypočítáme snadno jeho sekundový průtok. Při práci je třeba dbát zvýšené opatrnosti a nezapomínat na pravidla bezpečnosti.

Vybavení:

Stopky, pásmo, dlouhý provázek, PET-láhev, kámen

Cíl:

Pomocí pásma a provázku s přivázaným kamenem změřit hodnoty potřebné pro výpočet obsahu svislého řezu potoka. Pomocí pásma, stopek a plovoucí láhve zjistit rychlost toku. Pomocí vzorce určit průtok potoka.

Návod:

Skupiny měří hodnoty na různých úsecích potoka. Potom provedou porovnání svých měření. Měření bude mít dvě části. Změří se profil toku a rychlost proudu vody. Jeden experimentátor si stoupne nejlépe k potoku a přiváže poloprázdnou PET-láhev na dlouhý provázek. Jeho kolegové na břehu naměří pásmem úsek, na kterém se rychlost proudu bude měřit. Po vhození láhve do vody se měří čas, za který láhev urazí v proudu vody vytýčený úsek. Provázek poslouží k vytažení láhve zpět a opakování měření. Vypočítáme rychlost proudu vody.

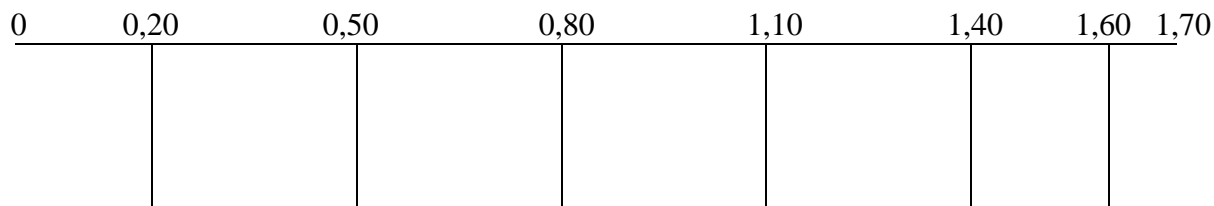
Potom pásmem změříme šířku toku u lávky. Pomocí provázku a kamene (tyčí) jeho hloubku v různých místech u lávky. Zhruba tak určíme profil toku.

Vynásobením plochy profilu potoka a rychlosti proudu určíme objemový průtok vody daným místem.

Měření profilu (příčného řezu) potoka - tabulka:

Vzdálenost od břehu v m	0	0,20	0,50	0,80	1,10	1,40	1,60	1,70
Hloubka v cm	0							

Nákres profilu potoka:



Výpočet obsahu příčného řezu v m²:

Měření rychlosti toku:

	Délka úseku toku (m)	Doba pohybu láhve (s)	Rychlost toku (m/s)
1. měření			
2. měření			
Průměrné hodnoty			

Výpočet průtoku (objemového toku) v m³/s:

(návod: použij vzorec $Q_V = S \cdot v$;

Q_V ... objemový tok, S ... obsah řezu potoka, v ... rychlost toku v m/s)

Těžiště soustavy těles v praxi

Pracovní list číslo 4

Cíl:

vyrobte objekt využívající základní principy
statiky – tj. těleso musí být podepřeno nebo zavěšeno nad těžištěm
Vybavení: provazy, nůžky, pilka, nůž, fotoaparát

Návod:

Můžete stavět buďto podepřené těleso nebo zavěšené těleso (viz fotografie, které jste viděli).

Nejdříve se rozhlédněte, jaký materiál máte k dispozici a načrtněte návrh tělesa.

Podepřené těleso – v ideálním případě by všechny jeho části měly být pouze zapřeny o sebe. Těleso by se mělo dotýkat země co nejmenší plochou. Pokud budete mít se spojováním částí problémy, pomozte si provazem nebo drátem.

Zavěšené těleso – najděte si pevnou větev, na kterou budete moci těleso zavěsit. Při práci je vhodné začínat odspodu – vyvažovat nejdříve jednoduché sestavy, které pak budete spojovat k sobě.

Nezapomeňte po dokončení vaše dílo co nejrychleji zdokumentovat fotoaparátem – můžete se stát, že se po chvíli samovolně rozpadne.

Návrh objektu – obrázek, nákres:

Horkovzdušný balón

Pracovní list číslo 5

To nejdůležitější:

- Síla, kterou je „balón“ nadnášen, závisí i na teplotě okolního vzduchu. Přesněji řečeno je rozhodující rozdíl teplot vzduchu v balónu a v jeho okolí. Studený vzduch v okolí nadnáší balón lépe, než když má poněkud vyšší teplotu. Proto je lepší experiment provádět za chladnějšího počasí.
- I v atmosféře platí Archimédův zákon: vztlaková síla působící na těleso v atmosféře je rovna tíhové síle, která by působila na vzduchu s objemem tělesa
- $F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$; V ...objem tělesa; ρ ...hustota vzduchu; g ...gravitační konstanta
- Vztlaková síla působící na těleso míří svisle vzhůru.
- Je-li průměrná hustota tělesa menší než hustota vzduchu, těleso v atmosféře stoupá.
- Atmosférický tlak klesá s výškou, v okolí horní části balónu je tlak nižší než dole
- Výslednice tlakových sil míří vzhůru = vztlaková síla
- Každý balon může dosáhnout jen určité výšky
- S rostoucí výškou klesá hustota vzduchu, proto klesá i vztlaková síla
- V určité výšce: vztlaková síla = gravitační síla

Cíl:

Vypustit do atmosféry horkovzdušný balón

Vybavení:

Tenkostěnný plastový vak (aspoň 60 l objem) do odpadkového koše, drátky, pevný lín, tenká plastová lepicí páska.

Návod:

- 1) Plastový vak bývá na konci svařen tak, že je jeho plášť několikrát přeložen, a tím má nedostatečný objem. Úprava spočívá v zastřížení, kterým získáme válcový rukáv. Ten na jednom konci tenkou lepenkou slepíme nebo jinak zaslepíme, například svařením. Druhý konec rukávu složíme a slepíme lepenkou tak, abychom získali pytel s otvorem asi o průměru 20 cm. K ohřevu vzduchu ve zhotoveném balónu je vhodné použít kostku pevného líhu, která je zavěšena na drátkách uprostřed spodního otvoru.
- 2) Alternativní provedení: Lze zakoupit hotový balón, tzv. „balón štěstí“. V tomto případě je zaručena funkčnost balónu. Další výhodou je úspora času vzhledem k tomu, že ostatní úkoly jsou rovněž časově náročné a neskýtají možnost časové úspory.

Poznámka: Síla, kterou je „balón“ nadnášen, závisí i na teplotě okolního vzduchu. Přesněji řečeno je rozhodující rozdíl teplot vzduchu v balónu a v jeho okolí. Studený vzduch v okolí nadnáší balón lépe, než když má poněkud vyšší teplotu. Při objemu balonu 50 litrů je potřebný rozdíl teplot pro balón o hmotnosti 8 gramů asi 40 °C.

Přílohy:

Příloha číslo 1 – návod k obsluze přístroje Garmin Dakota

Příloha číslo 2 – mapa s vyznačením trasy

Příloha číslo 3 – jízdní řád vlaku

Literatura a další zdroje

[1] Wikipedie, internetová encyklopedie

http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cesk%C3%A1_Wikipedie